©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Algenökologische Exkursion ins Hochmoor auf der Gerlosplatte

Von Karl Höfler, w. M., und Walter Loub

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien

Mit 2 Textabbildungen

(Vorgelegt in der Sitzung am 31. Jänner 1952)

Im Juli 1951 konnte das Wiener Pflanzenphysiologische Institut seine erste größere wissenschaftliche Exkursion seit dem Kriegsende unternehmen. Sie führte zunächst (16. bis 18. Juli) zu den Krimmler Wasserfällen, sodann auf die Gerlosplatte. Am 19. Juli wurde das dortige Hochmoor begangen; am Abend teilte sich die Exkursion, eine Partie bestieg den Großvenediger (20. bis 24. Juli) während die andere am 20. Juli die Arbeit auf der Gerlos fortsetzte. Anschließend begingen einige Teilnehmer noch orientierend das nördlich von Wald i. Pinzgau gelegene Trattenbachmoor.

Im folgenden soll über die algologischen Ergebnisse aus dem Gerlosmoor berichtet werden, das auf Dr. O. Kopetzky-Rechtbergs Rat als Exkursionsziel gewählt worden war.

Unser Sammelgebiet liegt im Westen des österreichischen Bundeslandes Salzburg, wenige Kilometer von der Grenze gegen Tirol.

Die Gerlosplatte, um 1660—1690 m hoch gelegen, ist ein Teil der Paßlandschaft zwischen dem Salzach- und Gerlostal. Als weite Verebnungsfläche erstreckt sie sich vom Fuß des Plattenkogels (2040 m) nach N. Der mittlere und östliche Teil der Platte ist durch seine Bewaldung wenig übersichtlich, hier treten mehrere Moore und abflußlose Tümpel in Erscheinung, welche die Bezeichnung „Möser" tragen. Die größte dieser Hochmoorflächen ist die der Siebenmöser. Am Ostabfall der Platte dämmt unter der Filzsteinplatte in 1590 m Höhe ein Moränenwall einige kleinere Moore ab.

Geologisch gehört die Gerlosplatte zur Schieferhülle der Tauern. Das anstehende Gestein, vor allem Kalkphyllite, tritt jedoch nur an wenigen Stellen zutage, da es weitgehend von Moränenschottern und jungem Hangschutt bedeckt wird. Geologische Detailaufnahmen des Gebietes liegen uns nicht vor.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

An der vom erstgenannten Autor geführten Exkursion nahmen teil: Dr. Luise Höfler, vom Institutsstabe Dr. Maria Luhan, Dr. Erika Pecksieder, Dr. Karl Kuchar, ferner der Universitätsgärtner Heinrich Küssel und von den Studierenden (meist Doktoranden) des Instituts die Damen E. Fetzmann, G. Ehrlenspiel, I. Hirn, R. Jiranek, I. Laber, T. Tollerian und die Herren H. Kinzel, W. Loub, W. Porzer, H. Sackl, M. Schimpl, W. Url, H. Wagner, G. Wansch.

Am frühen Morgen des 19. verließ man Krimml. Ein Autobus führte 10 Teilnehmer und das gesamte, umfangreiche Exkursionsgepäck (reichliches Glasgerät, Mikroskope, Lautenschläger-Ionometer, Chemikalien, Sammelgerät) zum Hotel Gerlosplatte, während die übrigen zu Fuß aufstiegen. Vom Hotel wurde der Fußweg zu dem 2 km ostwärts gelegenen, leerstehenden Berggasthaus der Duxer-Alm angetreten, die uns der Bürgermeister von Krimml, Herr Oberhollenzer, in dankenswerter Weise zur Benützung überlassen hatte. Hier stand ein geräumiger, lichter Arbeitsraum zur Verfügung. — Das bei der ersten ausführlichen Begehung gesammelte Material wurde am späteren Nachmittag des 19. Juli mikroskopisch untersucht und so ein Überblick gewonnen, auf Grund dessen dann das wissenschaftliche Programm der Exkursion erst klar umrissen werden konnte. Am zweiten Tag wurden auf gleicher Route die gleichen Standorte neuerdings besucht, an den Sammelplätzen, die sich als reich erwiesen hatten, genauere Notizen gemacht und einige Wasserproben für die p_H-Messung und orientierende Bestimmungen der Karbonathärte entnommen. Am zweiten Nachmittag wurde in gemeinsamer Arbeit die ganze Ausbeute gesichtet. Von den gesammelten 70—80 Algenproben wurden 50 lebend teils von Dr. Pecksieder direkt ins Institut nach Wien, teils vom zweitgenannten Autor (Loub) vorerst nach Lunz gebracht, wo er mit den Mitteln der Biologischen Station den Hauptteil der nötigen Bestimmungsarbeiten durchführte[1]. Anteile von 12 ausgewählten Materialien wurden schon am 20. Juli mit Formalin fixiert.

Noch auf der Gerlos wurden von H. Sackl und H. Kinzel die p_H-Werte mit dem Lautenschläger-Ionometer bestimmt. Die Einstellung mußte nach dem Transport neu erfolgen; die p_H-Werte können um etwa 1 bis 2 Zehnteleinheiten zu hoch ausgefallen sein, doch ist die Differenz zwischen den Werten von den Standorten, worauf es uns ankommt, auf Zehnteleinheiten genau. Einige orientierende Messungen der Karbonathärte waren schon nächst dem Standort von Dr. K. Kuchar und W. Porzer durchgeführt worden. Natürlich haben die wenigen Bestimmungen nur orientierenden Charakter, die hydrographischen Daten sollen auf einer nächsten Exkursion ergänzt und erweitert werden. Das Gerlosmoor ist ja zu jeder Jahreszeit verhältnismäßig leicht erreichbar. — Schimpl übernahm es, die Standorte in guten Photos festzuhalten, auf deren Wiedergabe wir aber hier verzichten. Die kartographische Skizzierung des Moores (Abb. 2) fiel I. Hirn und W. Url zu. Die Blütenpflanzen wurden während der Begehung vermerkt, die Moose von Höfler, Pecksieder und Porzer orientierend gesammelt. Ein Teil der Gefäßpflanzen wurde von H. Wagner herbarmäßig präpariert.

[1] Nachher wurde alles Material in Wien weiter kultiviert und die Bestimmungen in gemeinsamer Arbeit ergänzt. Die überwiegende Mehrzahl der Algen befindet sich noch zur Zeit der Niederschrift (Dezember 1951) in gutem Zustand.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Prof. O. Pesta traf am 19. Juli zur Exkursion. Er berichtet selbst über die Ergebnisse seiner Aufsammlungen des Zooplanktons ausgewählter Moorgewässer.

Unter den Biotopen des Süßwassers bieten die Hochmoore wohl die reichste und eigenartigste Algenflora. Ein umfassendes Schrifttum handelt von den Standortsansprüchen der einzelnen Arten. Es gibt innerhalb der Moore verschiedene ökologisch meist klar unterscheidbare Standorte. Besonders erscheinen die Algengesellschaften der stark sauren und die der mäßig sauren Gewässer

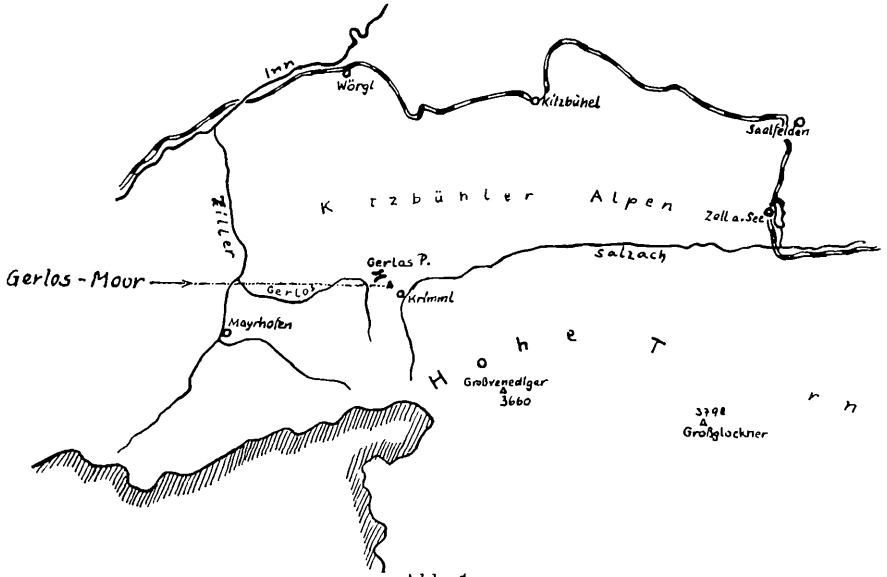

Abb. 1.

stets gut getrennt (Magdeburg 1925, S. 52, Wehrle 1927, S. 241, Redinger 1934, Messikommer 1927). Magdeburg unterscheidet eurytope Arten, die auch in Flachmooren und Gebirgskleinwässern vorkommen, und stenotope, streng sphagnophile, auf die Hochmoore beschränkte Formen. Unter den letzteren unterscheidet er weiter eurytope Sphagnumalgen (z. B. *Cosmarium cucurbita* und *Penium polymorphum*) und stenotope, streng sphagnophile Formen. Er zählt aus seinem Arbeitsgebiet, den Schwarzwaldhochmooren, 21 eurytope und 21 stenotope Arten auf (l. c. S. 41). Listen dieser letzteren, an extreme Sphagnumstandorte gebundenen Algen finden sich unter anderen bei Steinecke 1917, Magdeburg 1926, Wehrle 1927, S. 250, Redinger 1934.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wehrle (1927) hat sodann in einer grundlegenden Studie dargetan, daß bei der Differenzierung der Standorte die Wasserstoffionenkonzentration und ihre Amplitude eine Hauptrolle spielt, und zahlreiche Autoren sind ihm nachgefolgt. Wir wissen, daß die mäßig sauren Gewässer den größten Artenreichtum an Algen besitzen, während die stark sauren Hochmoorgewässer eine viel artenärmere, aber sehr charakteristische Gesellschaft beherbergen, deren meiste Mitglieder eben stenotop, das heißt, an diese Orte gebunden, sind. Wehrle hat nun für sein Arbeitsgebiet in Baden ausführliche Angaben darüber gemacht, in welchem p_H-Bereich die einzelnen Algenarten vorkommen. Er erkannte (l. c. S. 244) in manchen Arten „treffliche Indikatoren bestimmter p_H-Bereiche". Ihnen stehen andere, eurytope, nicht an bestimmtes p_H gebundene Arten gegenüber. Der p_H-Faktor hat denn auch in neueren Florenwerken — zuerst bei Krieger (1933) — zur Charakterisierung der Standortsansprüche der Algen schon Eingang gefunden.

In den österreichischen Ostalpen ist das Gebietum Lunz algenökologisch am besten bekannt. Dort hat Redinger (1934) die Schwingrasen auf dem Obersee mit einem p_H um 5—6 und die Schlenken auf dem Rotmoos (p_H meist 4—5) im Laufe eines Jahres untersucht. Die Liste an Desmidiaceen umfaßt nach Brehm und Ruttner im Obersee-Schwingrasen etwa 146 Arten, während Redinger im vorderen Rotmoos nur 33 Arten beobachtet hat.

Es steht also außer Zweifel, daß durch die Höhe und jahres- und tageszeitliche Schwankung der Wasserstoffionenkonzentration Siedlungsbedingungen geschaffen werden, welche nur eine ganz entsprechende, charakteristische Algengesellschaft jeweils zulassen (Wehrle 1939, S. 14, dort weitere Literatur).

Doch hat Wehrle auch schon mit Nachdruck betont, daß Unterschiede im p_H-Wert nicht etwa die alleinige Ursache der unterschiedlichen Algenvegetation sind. Denn (1927, S. 249) „die Menge der gelösten anorganischen Substanz läuft mit der Wasserstoffionenkonzentration in allen Wässern mehr oder weniger parallel. Und zwar so, daß die sauersten Stellen stets auch Stellen geringster Menge anorganischer Salze sind und aus den Wässern stärkster Alkalinität auch die beträchtlichsten Glührückstände gewonnen werden können." Auf die Hochmoore angewandt, sagt dies, daß der p_H-Wert ein Zeiger für Nährstoffarmut und Dystrophie der Standorte ist, indem die sauersten Orte auch die an mineralischen Nährstoffen ärmsten sind.

Das Gerlosmoor bot uns nun recht übersichtliche Verhältnisse im Hinblick auf diese Fragen. Dort, wo man das Moor von Norden

her betritt, liegen einige in Betrieb stehende Torfstiche und unweit davon andere, die aufgelassen und von einer flachen Wasserschicht bedeckt und bereits mit *Carex rostrata* bewachsen sind. Diese sekundären Standorte beherbergen eine recht üppige Algenflora. Der p_H-Wert liegt zwischen 5 und 6. Die Algenvegetation entspricht derjenigen mäßig saurer Standorte. Das Innere des Moores ist hingegen ziemlich unberührt. Der mittlere Teil der durch Verlandung von freien Wasserflächen entstandenen Hochmoore ist jünger als die äußeren Teile. Diese sind im Gerlosmoor mit Legföhren bewachsen; der Mittelteil, der keine Entwässerung durch Abzugsgräben u. dgl. erlitten hat, stellt dagegen eine recht ursprüngliche Schlenkenlandschaft und damit ein typisches oligotrophes alpines Hochmoor dar. Die Schlenken sind nach Tiefe und nach der Begleitvegetation an Blütenpflanzen und Moosen mannigfach abgestuft. Im Osten liegen mehrere größere Blänken von etwa ein bis eineinhalb Meter Tiefe mit klarem Wasser. Sie haben unserem Moor wohl den Lokalnamen Siebenmöser verschafft. Sie sind algologisch vor allem durch das Massenvorkommen der prächtigen blaugrünen Geflechte und Zöpfe von *Batrachospermum vagum* gekennzeichnet.

Als Arbeitsziel der Exkursion ergab sich nun die Aufgabe, die Algenflora des Gebietes aufzunehmen und die Verteilung der einzelnen Arten auf die schon physiognomisch so wohl gekennzeichneten Biotope zu untersuchen. Dabei galt unser besonderes Interesse der Frage, einmal wie weit die einzelnen anspruchsvolleren Arten, die sich an den nährstoffreicheren Sekundärstandorten der Torfstiche finden, ins eigentliche ursprüngliche Hochmoor hineinreichen, dann aber, wie sich etwa die Algengesellschaften innerhalb des oligotrophen Hochmoors weiter abstufen. Die folgende Übersicht (Tabelle) faßt die Ergebnisse der Exkursion zusammen. Vollständigkeit der Artenlisten wird naturgemäß nicht angestrebt. — Gegenüber den im Schrifttum vorliegenden Berichten aus anderen Gebieten, die sich auf eine viel breitere Beobachtungsgrundlage stützen, mag sich die Mitteilung unserer Liste dadurch rechtfertigen, daß das Gerlosmoor das höchste bisher geprüfte Alpenhochmoor Österreichs ist und daß bei der Ursprünglichkeit des Innenmoores nicht anzunehmen ist, daß eine Selektion der Algenflora durch Entwässerung und andere unnatürliche Eingriffe stattgefunden habe. Die Artenzusammensetzung der Algenflora und das Fehlen gewisser, in der Umgebung verbreiteter Formen entspricht also der Wirkung der natürlichen Faktoren, worunter Azidität und Oligotrophie wohl die wichtigsten sind.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

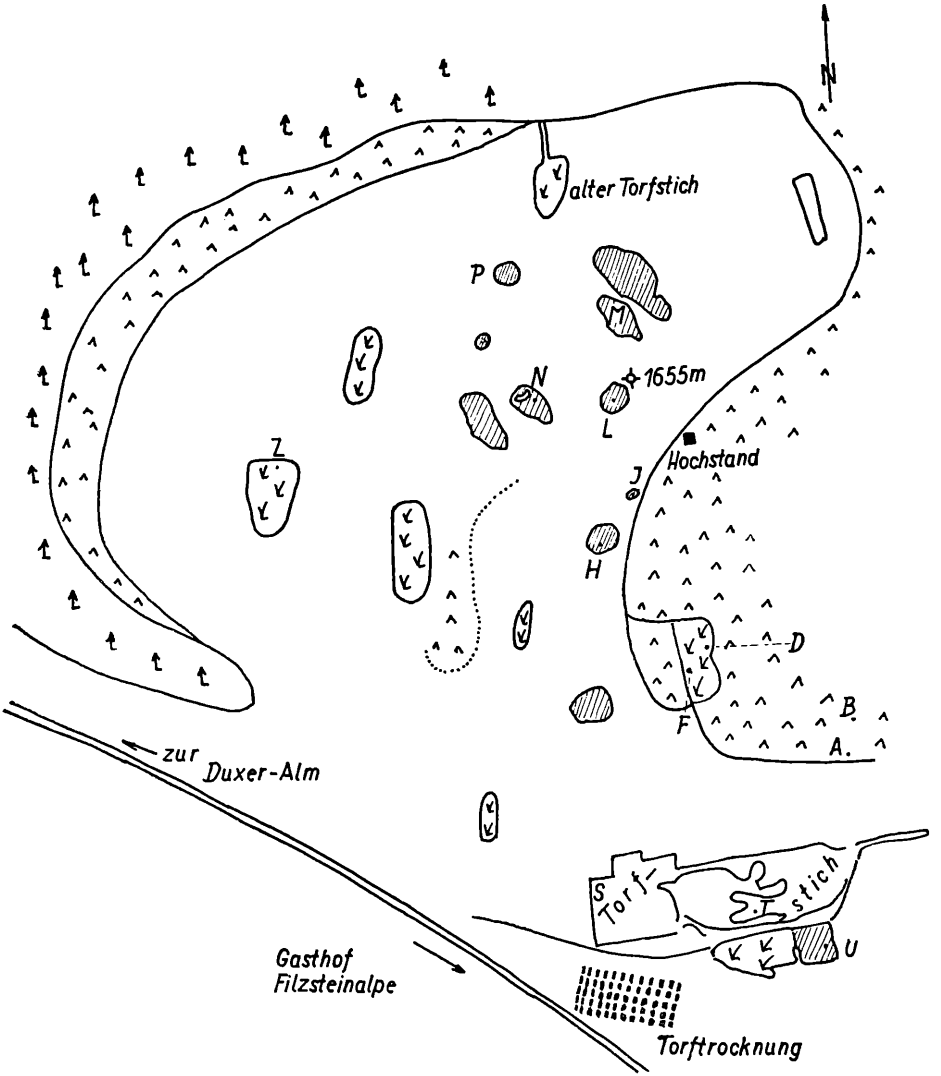

Abb. 2.

Aus Raumgründen wird darauf verzichtet, die Algenlisten der Sammelproben einzeln aufzuzählen; wir fassen vielmehr in der Tabelle im allgemeinen jeweils mehrere Einzelproben von benachbarten, ähnlichen Standorten in einer Spalte zusammen.

Bezüglich der Häufigkeit (Abundanz) begnügen wir uns diesmal, drei Stufen zu unterscheiden; anstatt mit +, ++, +++ bezeichnen wir dieselben aus drucktechnischen Gründen in der Tabelle mit (+), +, ++. Es bedeutet also (+) ganz vereinzelt bis spärlich, + mehrfach bis häufig, ++ sehr häufig bis vorherrschend (dominant).

Torfstiche (Sekundärstandorte).

I. (U, 3 Sammelproben) großer alter Torfstich mit freier Wasserfläche 8 × 10 m, rings gesäumt von *Carex rostrata;* der übrige seichtere Teil ist dicht mit *Carex rostrata* bewachsen. An der Sammelstelle besteht der Boden aus grauen, annähernd kahlen Schlacken, darüber Algenwatten; zum Plankton vgl. Pesta 1952, S. 287, „Tümpel 3".

II. (S, 7 Sammelproben) Randgräben eines großen, sonst trocken liegenden Torfstiches am Eingang zum Moor vom SO her. Randwasser $^1/_4$—1 m breit, 5—10 cm tief. Hier üppig grüne Algenwatten, worin *Desmidium quadratum* dominiert. In Sammelprobe S_2 wurde am 20. Juli mit dem Lautenschläger-Ionometer (Chinhydron-Elektrode) $p_H = 5{,}6$ gemessen.

III. ($T_{1,11}$) Südwestecke eines benachbarten Torfstiches.

IV. ($T_{2,12}$) benachbarter Standort. Es war — nach dem Vorkommen von *Trachelomonas volvocina* und *Euglena acus* zu urteilen — stickstoffreicher. Die Probe erscheint gegenüber III um etliche Arten bereichert.

Blänken.

V, VI und VII sind im wesentlichen Vertreter des gleichen Gewässertyps. Es sind typische Hochmoorblänken. Wahrscheinlich sind die Reste eines postglazialen Sees als Entstehungsgrundlage anzunehmen. Fraglich bleibt, ob die jetzigen Uferlinien künstlichen oder natürlichen Ursprungs sind.

V. (L_{1-10}) Blänke, die vom Rand weg bis 2 m in die Wasserfläche hinaus mit vortreibender *Carex limosa* bewachsen ist. Submerse Blütenpflanzen fehlen. Der Grund reicht nicht bis auf die mineralische Unterlage. Er ist größtenteils von organischem Schlamm und „Moorflocken" bedeckt.

VI. (N_{1-11}) größere Blänke, *Carex limosa* stößt phalanxartig ins Wasser vor. Zwischen den Carexzungen, die in die freie Wasserfläche reichen, haben sich Sphagnumpolster angesiedelt (beginnende Verlandung). Am Ufer *Sphagnum* mit *Carex limosa* und *Carex canescens.* $p_H = 5{,}1$.

VII. ($P_{1\ 14}$) typische Blänke, reich an Plankton; vgl. Pesta 1952, S. 288, „Tümpel 4". Die Proben enthalten teils vom Grund aufgewirbelte Algenflocken, teils Algenwatten vom Ufer. Plankton von Prof. Pesta untersucht. p_H mit Merk-Indikator um 4,5 (Ionometer 4,6).

Schlenken.

VIII. (Z_{1-3}) flache Altschlenke, 5—10 cm tief, im SW des Moores. Grund mit submersem Sphagnum bewachsen Ringsum nasser üppiger Sphagnumrasen mit *Drosera longifolia* und *rotundifolia,* auf kleinen Bülten dominiert *Carex pauciflora.* Wasser in der Sonne stark erwärmt. Von Pesta (l. c. S. 289) wurde hier *Streblocerus serricaudatus* gesammelt.

IX. (J_1) u. X. (J_3) zwei tiefe Schlenken unweit vom Abbruch der mit *Pinus mugo* bewachsenen Hochfläche des Moores. J_2 ist ein kleines, etwa $^1/_2$ m tiefes Loch, 5 m von der Blänke I.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Torfstiche				Blänken			Schlenken							
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.
	U	S	T	T	L	N	P	Z	J	J	H	D	D	F	B
	1–3	1–7	1,11	2,12	1–10	1–11	1–14	1–3	2	3	1–3	1–5	6,7	1–3	1,2
Cyanophyceae															
Chroococcus turgidus		(+)		(+)		+			++	+	++	+	+	(+)	(+)
Merismopedia glauca .		+		+		+			+			(+)	+	(+)	
Synechococcus aeruginosus		+				+	+		+				+		
Rhabdoderma irregulare . .													(+)		
Dactylococcopsis raphidioides	(+)	(+)							(+)		+				
Eucapsis alpina .												(+)	(+)	(+)	
Aphanocapsa sp. .						(+)			(+)			(+)	+		
Hapalosiphon hibernicus	(+)	(+)	++						+			+	(+)		
Stigonema ocellatum															
Nostoc paludosum	+				(+)	(+)									
Anabaena lapponica	+														
Oscillatoria tenuis	(+)	(+)	+												
Phormidium sp. (vgl. Rotheanum)			(+)	(+)											
Flagellatae															
Chromulina .															
Synura uvella .															
Cryptomonas tenuis															
Cryptomonas ovata	+					+		(+)				(+)			
Cryptomonas compressa												+			
Euglena acus															
Euglena deses															

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Trachelomonas volvocina				++											
Gloeodinium montanum								(+)	(+)		(+)			(+)	
Diatomeae															
Pinnularia viridis					(+)										
Pinnularia microstauron									(+)	(+)					
Nitzschia paleacea									+	(+)					
Nitzschia subtilis									+	(+)					
Frustulia saxonica					+				+	(+)	++				
Conjugatae															
Spirotaenia condensata		(+)													
Mesotaenium chlamydosporum		(+)													
Cylindrocystis Brebissonii		(+)			(+)			(+)		+				+	
Cylindrocystis Brebissonii var. minor		(+)	(+)							(+)				++	
Netrium digitus		+	++							(+)		++		+	
Netrium digitus var. parv.		+	+							+					
Netrium oblongum		+								+					
Penium margaritaceum		(+)		(+)											
Penium cylindrus		(+)		(+)											
Penium exiguum		(+)	(+)	+						++	++	++		++	
Penium spirostriolatum															
Penium polymorphum										(+)	(+)				
Penium minutum		(+)						(+)		+	+				
Closterium navicula		(+)													
Closterium libellula		(+)													
Closterium angustatum		+		(+)											
Closterium striolatum		++		+							(+)		(+)		
Closterium abruptum		+		+					(+)						
Closterium ulna		+			(+)				(+)						
Closterium didymotocum	(+)				(+)										

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Torfstiche				Bläuken			Schlenken							
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.
	U	S	T	T	L	N	P	Z	J	J	H	D	D	F	B
	1–3	1–7	1,11	2,12	1–10	1–11	1–14	1–3	2	3	1–3	1–5	6,7	1–3	1,2
Closterium parvulum				(+)											
Closterium lunula	(+)														
Closterium gracile .		(+)													
Closterium acutum f. linea		++				+			+			+			
Docidium undulatum .						(+)			+						
Tetmemorus Brebissonii var. minor									+	+	+				
Tetmemorus granulatus		+			(+)				(+)		(+)			(+)	
Tetmemorus laevis		+			+									+	
Euastrum affine .		+													
Euastrum oblongum		(+)													
Euastrum ansatum		+													
Euastrum insigne		+			(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)	+	+		
Euastrum verrucosum	+														
Euastrum binale .	(+)	(+)	(+)		(+)			(+)	(+)	+	(+)	+	+	(+)	
Micrasterias truncata			(+)		(+)	(+)		(+)	+	(+)		(+)	(+)		
Micrasterias rotata	(+)														
Micrasterias papillifera var. glabra	(+)														
Cosmarium pseudopyramidatum		(+)	+					(+)		+	++	+			
Cosmarium globosum		(+)	+								+				
Cosmarium cucurbita		+	(+)					++	+		++	+			
Cosmarium cucurbitinum									(+)		(+)				
Cosmarium amoenum			(+)	(+)	(+)	+			(+)			(+)	+		
Cosmarium Ralfsii									+			(+)			
Cosmarium botrytis	+														
Cosmarium sphagnicolum	(+)				(+)	(+)									

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Xanthidium armatum							(+)		(+)						
Arthrodesmus incus .					(+)	(+)		+ +			(+)				
Arthrodesmus incus var. minor					+	+	(+)	+							
Staurastrum orbiculare										(+)					
Staurastrum striolatum	(+)														
Staurastrum glabrum															
Staurastrum punctulatum		(+)						+				(+)			
Staurastrum dejectum		(+)		(+)				(+)	(+)			+			
Staurastrum O Mearii						+	+								
Staurastrum Simonyi			(+)			(+)	(+)			(+)					
Staurastrum gladiosum			(+)					(+)							
Staurastrum teliferum		+	(+)												
Staurastrum hystrix .											(+)				
Staurastrum margaritaceum															
Staurastrum controversum	(+)			(+)											
Staurastrum Lütkemülleri															
Staurastrum cingulum	+								(+)						
Staurastrum inconspicuum .	(+)			+		+			+ +	+ +					
Staurastrum furcatum .						(+)									
Staurastrum Clevei .						(+)									
Staurastrum brachiatum		(+)				(+)			(+)						
Staurastrum furcigerum		(+)	(+)	(+)		(+)		(+)	(+)	+					
Staurastrum scabrum		+						+	+ +	+ +	+			+	
Staurastrum pileolatum		(+)													
Staurastrum Heimerlianum var. spinosum					(+)		(+)	(+)			(+)				
Sphaerozosma excavatum				(+)											
Spondylosium pulchellum															
Hyalotheca dissiliens	+			(+)											
Hyalotheca mucosa	(+)					(+)					(+)				
Desmidium Swartzii	+														
Desmidium coarctatum	(+)	+	+ +	+ +											
Desmidium quadratum	+	+ +	+ +	+ +											
Gymnozyga Brebissonii		+ +	+ +	+ +				+ +	+	+	+	(+)	(+)	(+)	
Zygogonium ericetorum		+						+	+		+	+	+	+	+ +

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	Torfstiche				Blänken			Schlenken							
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.
	U	S	T	T	L	N	P	Z	J	J	H	D	D	F	B
	1–3	1–7	1,11	2,12	1–10	1–11	1–14	1–3	2	3	1–3	1–5	6,7	1–3	1,2
Zygnema sp.							(+)		(+)						
Mougeotia sp. . . .		(+)				(+)	+			(+)					
Mougeotia sp. (vgl. parvula) .		+				+	+			+					
Spirogyra sp.															
Chlorophyceae															
Chlamydomonas 1							+								
2							+								
3							+								
Asterococcus superbus							(+)								
Chlorococcum botryoides															
Characium Braunii		(+)													
Pediastrum tetras . .					(+)										
Pediastrum tricornutum var. alpina					+										
Eremosphaera viridis[2])															
Tetracoccus botryoides					(+)										
Oocystis elliptica . . .					+										
Scenedesmus denticulatus					(+)										
Scenedesmus acutiformis							(+)								
Scenedesmus costatus		+					+						+	(+)	
Scenedesmus quadricauda	+	(+)			(+)	(+)									
Scenedesmus bijugatus	(+)	(+)	(+)	(+)	+									+	
Crucigenia quadrata .															+ +
Dispora crucigenioides															+ +

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Raphidium falcatum		(+)			(+)										
Raphidium falcatum var. duplex		+			+										
Coelastrum verrucosum					(+)										
Sorastrum bidentatum					(+)										
Dictyosphaerium Ehrenbergianum															
Ulothrix subtilissima						+ +	(+)		(+)			+			
Binuclearia tatrana						+	+								
Draparnaldia plumosa	(+)														
Microspora floccosa		+				(+)					(+)	+			
Microspora		+										(+)			
Microthamnion Kützingianum		+													
Oedogonium Itzigsohnii		+	+	+	+					+ +		(+)		(+)	
Oedogonium vgl. inconspicuum	(+)	(+)	+ +	(+)	(+)										
Oedogonium sp. sp.	+	+	+		+	+	+								
Bulbochaete sp.			(+)	(+)	(+)	(+)	(+)								
Heterokontae															
Chlorobotrys regularis															
Ophyocytium parvulum															
Heterococcus sp.			(+)												
Botryococcus Braunii		(+)	+								(+)				
Rhodophyta															
Batrachospermum vagum					+ +	+									
Batrachospermum vgl. Dillenii					(+)	(+)									

[2]) Eremosphaera wurde nur in Blänke I (die in der Tabelle nicht vorkommt) in treibenden Watten am Schwingrasenrand gegen eine freie Wasserfläche gesammelt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

XI. (H_{1-3}) flache kleinere Schlenke. Algenauftrieb und Algen vom Grund.

XII. ($D_{1-5,12}$) komplex flache Schlenken unweit vom *Pinus-mugo*-Bestand. Auf den Bülten *Eriophorum vaginatum, Carex pauciflora, Heleocharis* und *Carex rostrata.* In den Schlenken wurzelt *Carex rostrata.* Typische Hochmooralgengesellschaften.

XIII. (D_{6-7}) benachbarte gleiche Schlenken, gute Proben vom Algenauftrieb. $p_H = 4{,}8$.

XIV. (F_{1-3}) kleine, fast vegetationslose Schlenke im hochgelegenen Teil des Moores. Auf der Wasseroberfläche etwas Algenauftrieb.

XV. (B_{1-2}) Sehr kleine Sphagnumschlenke (Initialstadium) im *Pinus-mugo*-Bestand.

Eine Reihe von Arten, die an den nährstoffreicheren Sekundärstandorten am Rande des Moores häufig sind, fehlen im eigentlichen Hochmoor durchwegs: So die fädigen Zieralgen *Desmidium quadratum, D. coarctatum,* auch *D. Swartzii, Hyalotheca dissiliens;* die einzelligen Desmidiaceen *Micrasterias rotata, M. papillifera* var. *glabra, Closterium lunula, ulna, didymotocum, gracile, navicula, libellula, Euastrum verrucosum, oblongum, affine, ansatum, Cosmarium botrytis, Staurastrum striolatum, pileolatum, margaritaceum* — von Grünalgen zumal *Draparnaldia, Dictyosphaerium,* ferner die Eugleninen und die eutrophe Kleingewässer liebende *Trachelomonas volvocina* und eine (schon in den Randgewässern etwas kümmerlich aussehende) einbändrige *Spirogyra.*

Die Flora der tiefen Blänken (Spalten V—VII der Tabelle) ist von jener der Schlenken bei weitem nicht so durchgreifend verschieden. Daß die Schlenkenflora den Blänken nicht fehlt, ist begreiflich, weil an der Oberfläche der Moortümpel an eintauchenden *Carex canescens*-Halmen und zwischen Sphagnum am Ufer eine Algengesellschaft gedeiht, die der der Schlenken in manchem ähnlich ist, und Algen von da auf den Grund und ins Plankton gelangen können. Die seltene Desmidiacee *Docidium undulatum,* welche Kopetzky (1952, S. 257) zuerst (1934) in unserem Moor gesammelt hat, fand sich einmal in der Blänke N (im Schweberasen?), einmal in der Schlenke J.

Die wichtigste Differentialart der Blänken gegenüber den Schlenken ist das dort üppig wachsende, metallisch grünblaue *Batrachospermum vagum.* Es findet sich in den tiefen Blänken, wo es an der Oberfläche und vor allem auf dem Grunde gedeiht. Hier bleibt die Temperatur gleich niedrig. (Wir maßen am sonnigen 20. Juli mittags 14° C Durchschnitt an der Oberfläche, 12° am Grund der Blänke.) — Von den Kleinalgen sind sichere Differentialarten der Blänken *Penium spirostriolatum* und die interessante Desmidie *Spondylosium pulchellum* (vgl. Magdeburg 1925,

S. 45), deren Fäden in allen Blänken einzeln aber nicht selten in den *Oedogonium*-Watten vorkommen, dazu im Plankton die an sich selteneren Staurastren *St. Lütkemülleri* und *cingulum*. Dazu mögen etliche Grünalgen kommen, die wir vorläufig auch nur in den Blänken beobachtet haben.

Die Flora der Schlenken erscheint an unseren unverfälschten Hochmoorstandorten reich. Sie ist vor allem wohl ausgeglichen, indem nicht, wie so oft an gestörten Standorten, einzelne Arten unmäßig dominieren (Thienemannsches Grundgesetz!). Unsere Tabelle läßt erkennen, daß im Gerlosmoor viele Schlenkenformen doch auch in die schwach sauren Sekundärbiotope hinüberreichen, während umgekehrt die oben aufgezählten Arten dieser Biotope vom stark sauren, oligotrophen Hochmoor ausgeschlossen sind.

Die meisten Schlenkenformen entsprechen den aus der Literatur bekannten Listen sphagnophiler Algen. Als auffallend häufige Arten im Gerlosmoor sind etwa hervorzuheben *Penium exiguum, Staurastrum scabrum, St. inconspicuum, Cosmarium pseudopyramidatum.*

Daß von den großen Euastren allein *E. insigne* in die stark sauren Hochmoorschlenken geht, ist bekannt. Daß unter den Closterien als einzige Art *Cl. acutum* auch die stark sauren Hochmoorwässer bewohnt, hat Wehrle (1927, S. 251) festgestellt und haben Gistl (1931) und Redinger (1934) bestätigt; wir finden an unserem alpinen Standort das gleiche. Übereinstimmend mit Lütkemüllers (1900, S. 62) Angaben ist unser *Cl. acutum* var. *linea* (Perty) West nur 3 μ breit, während West die Alge in England stets breiter (3,8 — 5 μ) fand. — Von anderen Closterien treten in den Schlenkengesellschaften vereinzelt noch *C. abruptum* und *C. striolatum* auf.

Cosmarium Ralfsii Bréb. war zur Zeit, als Wests Monographie (Bd. II, S. 143, 1905) erschien, für das Gebiet der Republik Österreich noch nicht bekannt, ist aber von Kopetzky nachgewiesen worden. Wir fanden es innerhalb des Moores nur in einem kleinen Bezirk, es ist aber in den Proben H und J_2 nicht selten; in H ist es die einzige stattlichere Form zwischen Fadenalgen und Kleindesmidiaceen.

Die Bearbeitung der Diatomeen, die ja zur kühleren Jahreszeit gesammelt werden müßten, steht noch aus. Die Liste der Blaualgen ist noch sehr unvollständig. Bemerkenswert ist etwa *Eucapsis alpina* und *Rhabdoderma irregulare*. Doch fiel uns beim Vergleich mit anderen Hochmooren — z. B. denen der Ramsau, mit deren Algenflora sich der erstgenannte Verfasser seit Jahrzehnten beschäftigt hat — das völlige Fehlen der *Aphanothece*-Arten und

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

von *Microcystis elabens* in unseren Proben aus dem Gerlosmoor auf[3].

Von besonderem Interesse ist weiterhin der Vergleich der Moorflora mit der Algenflora der Umgebung. Im Gneisgebiet sind alle kleinen Wasseransammlungen reich an Algen, auch an Desmidiaceen. Am 20. Juli wurden noch zwei kleinere Sammelexkursionen unternommen. Loub und Url untersuchten einige moorige Waldtümpel und eine kleine Moorfläche unterhalb der Filzsteinalpe am Hang gegen Krimml. Schimpl und Laber sammelten in Moortümpeln am Nordhang des Plattenkogels. Am ersten Standort fand sich mehrfach eine Algengesellschaft, wie sie auch anderwärts im Zentralalpengebiet vielfach auftritt. Die Proben enthielten: *Chroococcus turgidus, Synechococcus aeruginosus, Merismopedia glauca, Stigonema ocellatum, Hapalosiphon hibernicus; Frustulia saxonica, Pinnularia viridis; Netrium digitus, Netrium oblongum, Netrium digitus* var. *parv., Cylindrocystis Brebissonii,* desgl. var. *minor, Penium polymorphum, Penium minutum, Closterium striolatum, *Closterium ulna, *Closterium didymotocum, *Closterium parvulum, Closterium acutum, Tetmemorus granulatus, Cosmarium globosum, Cosmarium cucurbita, Cosmarium sphagnicolum, Arthrodesmus incus, Staurastrum teliferum, Staurastrum furcatum, Staurastrum scabrum, **Staurastrum muricatum, Staurastrum dejectum, Staurastrum inconspicuum, **Staurastrum aciculiferum, Euastrum insigne, Euastrum binale, Gymnozyga Brebissonii; Spondylosium pulchellum; *Eremosphaera viridis, **Oocystis solitaria, Scenedesmus bijugatus, Scenedesmus acutiformis, Scenedesmus costatus, Dictyosphaerium Ehrenbergianum, Microthamnion Kützingianum, **Microspora tumidula.*

Die mit ** bezeichneten Arten fehlen im Gerloshochmoor ganz, die mit * bezeichneten Arten fanden sich nur in den Sekundärstandorten I—IV.

Auf der Höhe und am Nordabhang des Plattenkogels fanden sich entsprechend folgende Arten: *Chroococcus turgidus, Synechococcus aeruginosus, Pinnularia viridis, Nitzschia* vgl. *subtilis, Netrium digitus, Cylindrocystis Brebissonii, Penium polymorphum, Closterium acutum, Closterium striolatum, *Closterium ulna, Cosmarium amoenum, Cosmarium cucurbita, **Xanthidium cristatum, Arthrodesmus incus, **Staurastrum polymorphum, Staurastrum teliferum, Staurastrum inconspicuum, Staurastrum furcatum, Staurastrum furcigerum, Staurastrum controversum, Euastrum affine,*

Nachtragsanmerkung, 9. Juli 1952: Etliche Algenproben aus dem Gerlosmoor wurden in den Originalfläschchen kultiviert. Sie wurden im Winter kalt gehalten, aber vor dem Durchfrieren geschützt. Im Sommer waren sie zeitweiliger direkter Besonnung und starker Erwärmung ausgesetzt. Viele Algen sind trotzdem noch am Leben und haben sich stark vermehrt, so u. a.: in Fläschchen J_1 Micrasterias truncata (!), Netrium digitus, Penium minutum, Penium exiguum, Cosmarium cucurbita, Cosmarium Ralfsii, Staurastrum scabrum, Staurastrum inconspicuum, Euastrum insigne, Oedogonium Itzigsohnii; J_3 Mougeotia sp., Netrium Digitus, Cosmarium Cucurbita, Spondylosium pulchellum, Batrachospermum Dillenii, Hapalosiphon fontinalis; D_1 Hapalosiphon fontinalis, Netrium oblongum, Penium exiguum, Closterium acutum, Cosmarium Cucurbita, Staurastrum scabrum, Staurastrum inconspicuum; P_6 *Batrachospermum Dillenii* (dicht gepackt!), die Art erscheint also, zum Unterschied gegen andere Batrachospermum, sehr wärmeresistent und wenig sauerstoffbedürftig. Außerdem fanden sich im Fläschchen P_6 noch zahlreiche und gesunde Exemplare von Netrium digitus, Spondylosium pulchellum, Micrasterias truncata und Mougeotia sp.

*Euastrum binale, Ulothrix subtilissima, Raphidium falcatum, Chlorobotrys regularis, Botryococcus Braunii, *Eremosphaera viridis, Scenedesmus quadricauda.*

Ferner wurden von K. Höfler, L. Höfler und E. Pecksieder am 20. Juli noch einige anmoorige Tümpel am Waldrand im SO der Duxer Alpe abgesammelt. Die Ufer waren von weidendem Vieh gedüngt. Charakteristisch ist in solchen „eutrophen" Moorwässern das Vorkommen von Flagellaten, die im echten Hochmoor völlig fehlen. Leitform war die in Massen auftretende *Trachelomonas volvocina*, die uns auch aus anderen Gebieten als Düngeranzeiger bekannt ist.

Was für Ursachen hat das Fehlen zahlreicher Arten im stark sauren Hochmoorwasser? Wie zumal Behre und Wehrle ausführen, ist es nicht ein einzelner Faktor, sondern stets ein Komplex von Faktoren, der die Algenvegetationen bestimmt. In den Moorgewässern ist es vor allem die Wasserstoffionenkonzentration, sie ist auch von symptomatischem Wert; aber Oligotrophie (Salzarmut) und selegierende Wirkung der gelösten Humusstoffe (Huminsäuren) sind ebenfalls wirksam. Es ist viel diskutiert worden und nicht endgültig entschieden, welcher Faktor dort, wo die Algen im Hochmoor nach der sauren Seite ihre Verbreitungsgrenze finden, limitierend wirkt. Ruttner (1940, S. 136) weist auf die besondere Bedeutung der Basenadsorption durch die Torfkolloide hin. „Sowohl die frische Sphagnum-Membran wie auch der Torf haben die bemerkenswerte Eigenschaft, aus gelösten Stoffen die Base (also z. B. das Ca) zu adsorbieren und die Säuren in Freiheit zu setzen." In flachen Schlenken dürften physikalische Faktoren, Eintrocknen und Frost bzw. das Durchfrieren bis zum Grunde (vgl. Höfler 1951 a), die enge Artenauswahl der dort lebenden Algen mitbestimmen. In den tieferen Schlenken, zumal den am Grunde mit Sphagnum bewachsenen (Z, Spalte VIII der Tabelle), und vollends in den Blänken treten solche Ursachen der Schädigung zurück. Hier ist wohl vor allem der abgestufte Nährstoffgehalt für die Unterschiede der Vegetation bestimmend.

Angaben über den Chemismus von Moorwässern finden sich vielfach in der Literatur (vgl. z. B. Krieger 1929, Gessner 1931—1939, Redinger 1934, Messikommer 1943, Pesta 1933, 1948, Harnisch 1929). O-Mangel spielt in unserem Fall kaum eine Rolle. Es ist die Frage, welche anorganischen Nährstoffe den Algen fehlen bzw. ins Minimum treten. Es käme da einerseits der Mangel von N und P (vgl. Gessner 1933), andererseits der von K und Ca in Frage. Im Hinblick auf die Basenadsorption des Torfes wird man im Hochmoor vor allem dem Ca-Mangel besondere Bedeutung beizumessen geneigt sein. Auch physiologische Erfahrungen sprechen für das Gewicht dieses Faktors.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bei orientierenden Bestimmungen der Karbonathärte Dr. Kuchars vom 20. Juli hat sich für die Schlenken D und U der Wert 0,56, für die Blänken L und P der Wert 0,84 ergeben; das sind alles sehr geringe Werte. Nur für den Torfstich T_{11} mit dominantem *Desmidium coarctatum* ergab sich der ein wenig höhere Wert von 1,12.

Unsere Beobachtungen sind vereinbar mit der Vorstellung, daß der Kalkfaktor bei der Abstufung der Algenvegetation im Gerlosmoor[4] eine sehr wesentliche Rolle spielt.

Warén (1926, 1933) hat in langjährigen, exakten Kulturversuchen den Beweis erbracht, daß die Desmidiacee *Micrasterias rotata* — also eine unserer das saure Hochmoor meidenden, auf die Sekundärstandorte am Moorrand beschränkten Arten — das Ca in der Nährlösung nicht entbehren kann. Für die Zellteilung ist die Anwesenheit eines Ca-Salzes unbedingt nötig, der Ca-Bedarf liegt etwa bei 0,001 bis 0,005% $CaCl_2$. — Auch bei *Eremosphaera viridis* erwies sich das Ca als notwendig, doch wird diese Alge bei Ca-Mangel nicht so schnell geschädigt wie Micrasterias, wo die Zellteilung sofort gehemmt wird (Warén 1936, S. 464). *Eremosphaera* fehlt unserem Hochmoor fast ganz (sie fand sich nur in einer Schlenke I), obwohl sie in den Kleingewässern der Umgebung überall häufig ist. — Hingegen ließ sich eine *Microspora* sp., welche Warén als dritte Alge untersucht hat, in Ca-freier Nährlösung mit Erfolg kultivieren. Ein Ca-Bedürfnis war nicht nachzuweisen. Wenn Warén es trotzdem nicht für endgültig bewiesen hält, daß Ca für Microspora völlig entbehrlich sei, so betrug doch die Verunreinigung durch andere Nährsalze auf Grund seiner spektralanalytischen Prüfung weniger als $1{,}4 \times 10^{-6}$ Gramm-Atome Ca pro Liter. Das Ca ist also wahrscheinlich doch ganz entbehrlich, denn eine spurenelementartige Wirkung geringster Ca-Mengen ist nicht bekannt. Molisch und Benecke haben ja schon 1895 den grundlegenden Nachweis geführt, daß gewisse Algen und Pilze ganz ohne Ca kultiviert werden können, woraus hervorging, daß das Ca bei diesen Organismen nicht wie sonst zu den unentbehrlichen Bausteinen der Zelle gehört.

Eine Ausdehnung so exakter Kulturversuche, wie Warén sie angestellt hat, auf andere Hochmooralgen der verschiedenen ökologischen Gruppen wäre höchst willkommen. Zumal die Closterien dürften ein dankbares Material für solche Untersuchungen

[4] Die Verhältnisse liegen hier auch dadurch einfacher, daß unterirdische Zuflüsse mineralstoffreichen bzw. kalkhaltigen Wassers schon aus orographischen Gründen wohl sicher fehlen (vgl. z. B. Magdeburg, 1926, S. 53).

liefern. Viele Closterien, die die mäßig sauren Moorgewässer bewohnen, reichen nicht bis ins extreme Hochmoor. Unsere Aufsammlungen lassen deutlich erkennen, wie viele Arten hier fehlen. Daß die meisten Closterien in der Natur gewisse Mengen von Ca in die Zelle aufnehmen, folgt aus der bekannten Speicherung von Gipskriställchen in den Endvakuolen (vgl. Kopetzky-Rechtperg 1931). Wir haben im Gerlosmoor nur bei dem auch in den sauersten Schlenken vorkommenden und hier bisweilen dominanten *Closterium acutum* die Gipskriställchen vermißt.

Die Frage würde wohl eine spezielle Untersuchung verdienen, inwieweit bei den anspruchsvolleren Desmidiaceen allgemein der abgestufte Ca-Gehalt der Moorgewässer das Vorkommen begrenzt.

Neuere Beobachtungen (Höfler 1951 b) über das „Plasmalemma" von Pflanzenzellen haben gezeigt, daß bei vielen Desmidiaceen die äußere Plasmagrenzschicht besonders dicht und schwer durchlässig für wasserlösliche Substanzen ist; viele Arten sind extrem resistent gegen Plasmolyse mit Na_2CO_3, aber auch gegen solche mit Kaliumoxalat, welches auf andere Plasmen schädlich, ja tödlich wirkt, indem es den Grenzschichten auch die letzten Ca-Spuren entzieht und damit eine Restitution der Plasmaoberfläche nach dem plasmolytischen Eingriff unmöglich macht (Weber 1932). Die Behandlung mit hypertonischer Sodalösung wirkt auf Gewebszellen höherer Pflanzen meist tödlich, viele Algenzellen lassen zwar primär eine normale Plasmolyse eintreten, sterben aber nachher bald ab. Bei verschiedenen Desmidiaceen aber wird die Na_2CO_3-Plasmolyse mehrere Tage lang vital ertragen. (Das Material war den Hochmooren der Ramsau entnommen.) Es scheint, daß das Plasmalemma bei diesen Algen den lebenden Protoplasten besonders gut abzudichten vermag. Man darf nach allem wohl schließen, daß am Aufbau der Plasmagrenzschichten der betreffenden Algen das Ca nicht in gleicher Weise wie anderwärts entscheidend beteiligt ist.

Zu Ende Dezember 1951 wurden einige neue Sodaversuche mit Algen aus dem Gerlosmoor durchgeführt (zur Methodik vgl. Höfler 1951, S. 439). Die kühl kultivierten Algenproben befanden sich noch in bestem Zustand. Verwendet wurden die Schlenkenmaterialien H_1 und J_1. Die Versuche wurden nach einem, nach zwei und drei Tagen abgelesen. In hypertonischer Lösung von 0,5 Na_2CO_3 war das in einer Probe reichlich vorhandene *Cosmarium pseudopyramidatum* nach zwei und drei Tagen zum großen Teil noch am Leben; die plasmolysierten Protoplaste erschienen gesäumt von einem derben, stark lichtbrechenden Plasmalemma,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

welches hier ähnlich, aber noch schöner wie bei *Micrasterias truncata* (l. c. S. 443) mikroskopisch in Erscheinung trat. Von *Penium polymorphum* lebten nach zwei- bis dreitägiger Sodaplasmolyse so gut wie alle, von *Tetmemerus laevis* und *Staurastrum scabrum* lebten noch viele, von *Euastrum insigne* manche Zellen. Hohe Resistenz und ein dicht abschließendes Plasmalemma finden sich also auch bei den Algen, die die sauren, wahrscheinlich sehr Ca-armen Wässer der Hochmoorschlenken bewohnen. Allerdings geht aus den Beobachtungen an Ramsauer Algen vom Jahre 1950 (l. c.) hervor, daß die hohe Sodaresistenz nicht etwa auf die Arten, die auf den extremen Hochmoorstandorten leben können, beschränkt ist; denn mehrere von den gegen Na_2CO_3 sehr widerstandsfähigen Zieralgen — wie *Arthrodesmus convergens* und *Euastrum oblongum* — gehören zur Gruppe von Desmidiaceen, die in mäßig sauren Gewässern (von p_H 5 bis 7) heimisch sind und die sauersten meiden.

Indem unsere Freilandbeobachtungen zur Kenntnis der ökologischen Individualität der einzelnen Algenarten beitragen, werden sie vielleicht auch die Wahl geeigneten Materials für vergleichend physiologische Untersuchungen mitbestimmen können.

Literaturverzeichnis.

Behre, K. und Wehrle, E., 1942: Welche Faktoren entscheiden über die Zusammensetzung von Algengesellschaften? Arch. f. Hydrobiologie **39**, 1.

Benecke, W., 1895: Die zur Ernährung der Schimmelpilze notwendigen Metalle. Jahrb wiss. Bot. **28**, 487.

Brehm, V. und Ruttner, F., 1926: Die Biozönosen der Lunzer Gewässer. Int. Rev. Hydrobiol. **16**, 281.

Geitler, L., 1931: Hochmooralgen an Kalkfelsen. Arch. f. Hydr. **31**, 678.

Gessner, Fr., 1931: Der Moosebruch (Blänkenbiologie). Ebd. **23**, 65.

— 1933: Nährstoffgehalt und Planktonproduktion in Hochmoorblänken. Ebd. **25**, 394.

— 1939: Die Phosphorarmut der Gewässer und ihre Beziehung zum Kalkgehalt. Int. Rev. Hydrobiol. **38**, 203.

Gistl, R., 1931: Wasserstoffionenkonzentration und Desmidiaceen im Kirchseegebiet. Arch. f. Mikrobiol. **2**, 23.

Harnisch, O., 1929: Biologie der Moore. Die Binnengewässer, Bd. 7. Stuttgart.

Höfler, K., 1951 a: Zur Kälteresistenz einiger Hochmooralgen. Verh. Zool. Bot. Ges. Wien **92**, 234.

— 1951 b: Plasmolyse mit Natriumkarbonat. Zur Frage des Plasmalemmas bei Süßwasseralgen und bei Gewebszellen von Landblütenpflanzen. Protoplasma **40**, 426.

Iversen, J., 1929: Studien über die p_H-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluß auf die Hydrophytenvegetation. Bot. Tidsskr. **40**, 277.

Kopetzky-Rechtperg, O. v., 1931: Über die Kristalle in den Zellen der Gattung Closterium Nitzsch. (Desmidiaceae). Beih. Bot. Centralbl., 1. Abt., **47**, 291.
— 1952: Artenliste von Desmidiales aus den österr. Alpen (Sitzungsb. der Österr. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., Abt. 1, **161**, 239.
Krieger, W., 1929: Algologische Untersuchungen über das Hochmoor am Diebelsee. Beitr. z. Naturdenkmalpflege, Bd. **13**, H. 2.
— 1933 f: Die Desmidiaceen in Europa usw. Rabenhorsts Kryptogamenflora, Bd. XIII, Abt. 1.
Lütkemüller, J., 1900: Desmidiaceen aus der Umgebung des Millstättersees in Kärnten. Verhandlungen der k. k. zool.-bot. Gesellschaft in Wien **50**, 60.
Magdeburg, P., 1925: Neue Beiträge zur Kenntnis der Ökologie und Geographie der Algen der Schwarzwaldhochmoore. Ber. d. Naturforsch. Ges. Freiburg i. Br., Bd. **24**, 1.
— 1926: Vergleichende Untersuchung der Hochmoor-Algenflora zweier deutscher Mittelgebirge. Hedwigia **66**, 1.
Messikommer, E., 1927: Biologische Studien im Torfmoor von Robenhausen. Diss. Zürich.
— 1935: Algen aus dem Obertoggenburg. Jahrb. St. Gall. Naturwiss. Ges. **67**, 95.
— 1943 a: Beiträge zur Algenflora des Kantons Zürich. V. Die Algenflora des „Mülizrietes" bei Effretikon. Ber. Züricher Bot. Ges., Bd. 1943, 508.
— 1943 b: Hydrobiologische Studie an der Moorreservation der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Robenhausen-Wetzikon. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich. **88**, 1.
Molisch, H., 1895/96: Die Ernährung der Algen (Süßwasseralgen) I. und II. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. Abt. 1, **104**, 783, und **105**, 633.
Pesta, O., 1933: Beiträge zur Kenntnis der limnologischen Beschaffenheit ostalpiner Tümpelgewässer. Arch. f. Hydr. **25**, 68.
— 1948: Beiträge zur limnologischen Kennzeichnung ostalpiner Kleingewässer. Carinthia II, Mitteilungen naturwiss. Ver. f. Kärnten, 137/138, 24.
— 1952: Beobachtungen über die Entomostrakenfauna der Tümpel auf der „Gerlosplatte". Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, **161**, 285.
Redinger, K., 1934: Studien zur Ökologie der Moorschlenken. Physik.-chem. und biol. Beobachtungen auf den Lunzer Hochmooren. Beih. Bot. Centralbl., **52**, Abt. B, 231.
Ruttner, F., 1940: Grundriß der Limnologie (Hydrobiologie des Süßwassers). W. de Gruyter u. Co., Berlin.
Steinecke, F., 1917: Formationsbiologie der Algen des Zehlausbruches. Arch. f. Hydr. **11**, 458.
Thienemann, A., 1939: Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Ebd. **35**, 267.
Warén, H., 1926: Nahrungsphysiologische Versuche an Micrasterias rotata. Soc. Scient. Fennica. Comment. Biol. **2**, 8.
— 1933: Über die Rolle des Calciums im Leben der Zelle auf Grund von Ve suchen an Micrasterias. Planta **19**, 1.
— 1936: Über das Calciumbedürfnis der niederen Algen. Planta **25**, 460.
Weber, F., 1932: Plasmolyse und „surface precipitation reaction". Protoplasma **15**, 522.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Wehrle, E., 1927: Studien über Wasserstoffionenverhältnisse und Besiedlung an Algenstandorten in der Umgebung von Freiburg im Breisgau. Zeitschr. f. Bot. **19**, 209.
— 1939: Zur Kenntnis der Algen im Naturschutzgebiet Weingartener Moor bei Karlsruhe a. Rh. Beitr. z. naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland 4, 1.
— 1942: Algen in Gebirgsbächen am Südostrande des Schwarzwaldes. Ökologische und floristische Untersuchungen im Wutach-Gauchach-Naturschutzgebiet. Beitr. z. naturkundl. Forschung im Oberrheingebiet, **7**, 127.
West, W. and G. S., 1904—1922: A Monograph of the British Desmidiaceae. Vol. I—V. London.